



RELUIS – Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

Progetto di ricerca N. 10 “DEFINIZIONE E SVILUPPO DI ARCHIVI DI DATI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO, LA PIANIFICAZIONE E LA GESTIONE DELL’EMERGENZA”

(Coordinatore: Prof. Domenico Liberatore)

UNITÀ DI RICERCA CNR-ITC L’AQUILA

(Coordinatore: Dott. Antonio Martinelli)

PRODOTTO N. 1

DATABASE RELATIVO AGLI 8.101 COMUNI ITALIANI, CONTENENTE INFORMAZIONI DI PERICOLOSITÀ DI BASE E LOCALE, IN FORMATO MICROSOFT ACCESS

Unità Operativa Geologica

Dott. Giuseppe Di Capua e Dott.ssa Silvia Peppoloni

(Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Sede distaccata di via Nizza, Roma)

Descrizione

Nell’ambito della attività del Task 5/7 “Reti neurali” è stato messo a punto un database (file in formato Microsoft ACCESS, denominato “*Prodotto 1_UO Geologica INGV Roma - UR CNR ITC L’Aquila.accdb*”, allegato al presente rapporto) che, per ciascuno degli 8.101 comuni italiani nell’elenco dell’Istat (<http://www.istat.it/strumenti/definizioni/comuni/>), contiene informazioni sulla pericolosità sismica di base e locale. I dati inseriti sono finalizzati alle elaborazioni previste per il Livello 0. Tutti i parametri di pericolosità sismica sono stati calcolati considerando il comune come un punto, avente coordinate geografiche riferite ad un elemento caratteristico posizionato nel centro abitato capoluogo.

Alcuni dati di pericolosità di base sono stati calcolati dalla Dott.ssa Floriana Pergalani e dal Dott. Massimo Compagnoni del Politecnico di Milano. Alcune elaborazioni GIS sono state effettuate in collaborazione con il Dott. Carmine Pascale dell’Unità di Ricerca Università del Sannio. La Dott.ssa Miriam Colombi dell’EUCENTRE di Pavia ha contribuito alla verifica ed alla correzioni di alcuni dati.

I campi previsti nel database sono:

- Denominazione del comune

L'elenco dei comuni e la loro denominazione ufficiale è aggiornata al 1 gennaio 2008.

- Codice ISTAT

Il Codice è costituito da 8 cifre. Le prime 2 cifre identificano la regione in cui il comune è ubicato, le sei cifre successive rappresentano il codice Istat in senso stretto. Di queste sei cifre, le prime tre identificano la provincia di appartenenza, le ultime tre il codice del comune nell'ambito della provincia.

- Latitudine

- Longitudine

Le coordinate geografiche del comune sono espresse in gradi sessagesimali-decimali - Datum: WGS84.

- a_g con $T_r=475$ anni (INGV, 2004)

- a_g con $T_r=475$ anni (SSN, 1997)

- a_g con $T_r=475$ anni (SSN/GNDT, 2001)

Le mappe di pericolosità a scala nazionale, su base probabilistica, vengono generalmente elaborate in termini di accelerazione al substrato rigido (PGA o a_g , espressi come frazione di g), dal momento che tale parametro è utilizzato nella progettazione ingegneristica. Per le finalità di questo studio sono stati utilizzati i valori di PGA (Lucantoni et al. 2001; Romeo, 2004; Gruppo di Lavoro MPS, 2004), relativi sostanzialmente a tre studi di pericolosità sismica condotti su scala nazionale (Slejko et al., 1998; Albarello et al., 2000; Romeo e Pugliese, 1997 e 2000; Lucantoni et al., 2001; Gruppo di Lavoro MPS, 2004), utilizzando l'approccio "Cornell" (Cornell, 1968), che a livello mondiale viene considerato un metodo standard per elaborazioni finalizzate alla normativa sismica. Lo studio più recente è quello condotto dall'INGV (GdL MPS, 2004), che ha utilizzato i risultati delle ricerche degli anni precedenti e dei risultati dei progetti GNDT 2000-2002. Tale studio si è avvalso anche di nuove elaborazioni "ad hoc", tra cui la zonazione sismogenetica ZS9 (Gruppo di Lavoro MPS, 2004) in sostituzione della ZS4 (Scandone et al., 1992) e della ZS4.1 (Romeo e Pugliese, 1997), utilizzate negli studi precedenti, e la revisione del catalogo dei terremoti (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004). Infine, l'impiego di un albero logico ha permesso l'analisi delle incertezze di tipo prevalentemente epistemico. I tre studi che sono stati utilizzati in questo lavoro sono stati denominati con le sigle "SSN, 1997"

(Romeo e Pugliese, 1997 e 2000), “SSN/GNDT, 2001” (Albarelli et al., 2000; Lucantoni et al., 2001) e “INGV, 2004” (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). I valori di PGA “INGV, 2004” rappresentano la mediana di tutte le PGA calcolate con l'albero logico per i punti della griglia di calcolo e per ciascun centro abitato capoluogo si sono ottenuti attraverso il calcolo della media pesata rispetto ai quattro punti più vicini della griglia, considerando le coordinate geografiche ISTAT del centro abitato medesimo.

I valori di a_g dei tre studi citati consentono un confronto tra le elaborazioni prodotte al livello 0, considerando input sismici differenti. A titolo di esempio, in figura 1 vengono visualizzati i valori di a_g dei tre studi di pericolosità citati, per la provincia di Campobasso. Si nota il progressivo aumento della pericolosità attesa per questo territorio, passando dal 1997 al 2004, in particolare per le differenti zonazioni sismogenetiche utilizzate.

- Soil Class 1:500.000 (INGV, 2004)

In questo campo viene riportata la categoria di suolo come desunta per ciascun centro abitato dalla mappa litologica a scala nazionale (1:500.000) prodotta dall'INGV nel 2004 nell'ambito del progetto INGV-GNDT, denominato “*Terremoti probabili in Italia tra l'anno 2000 e il 2030: elementi per la definizione di priorità degli interventi di riduzione del rischio sismico*” (<http://gndt.ingv.it>). La mappa è stata derivata per accorpamento delle formazioni geologiche omogenee dal punto di vista geologico e cronologico, che possano mostrare empiricamente un'analogia risposta sismica. La categoria di suolo è stata valutata in corrispondenza del punto che identifica il centro abitato capoluogo. Per la classificazione dei terreni a scala nazionale (figura 2) sono state utilizzate le categorie di suolo dell'EC8 (EC8, 2003):

- A: rock (roccia);
- B: stiff soil (terreno rigido);
- C: soft soil (terreno soffice).

- S_1

Questo valore rappresenta l'incremento di scuotimento dovuto alle caratteristiche litologiche locali, rispetto al valore atteso al substrato rigido (bedrock). Il valore di S_1 è stabilito sulla base della categoria di suolo del sito che viene esaminato (come indicata nel campo precedentemente descritto). Un valore di S_1 pari ad 1, indica che la PGA non deve essere modificata in quanto, localmente, si è in presenza di roccia, che non incrementa il livello di scuotimento atteso al sito. Viceversa, valori maggiori di 1 sono previsti laddove siano presenti, localmente, terreni che generalmente producono

amplificazione dell'input sismico al bedrock. Non sono previsti valori di S_1 minori di 1, ovvero non sono contemplate mai situazioni litologiche che possano produrre una de-amplificazione e conseguentemente una diminuzione del valore di scuotimento atteso. Alle tre categorie di suolo previste è stato associato un valore di incremento dello scuotimento al bedrock (S_1), i cui valori sono pari a 1.0 ("Rock"), 1.2 ("Stiff soil") e 1.15 ("Soft soil"). Ad ogni comune è stato pertanto associato un solo valore di S_1 .

In figura 3 viene riportato un dettaglio della mappa della figura 2, riferito al territorio della Regione Molise.

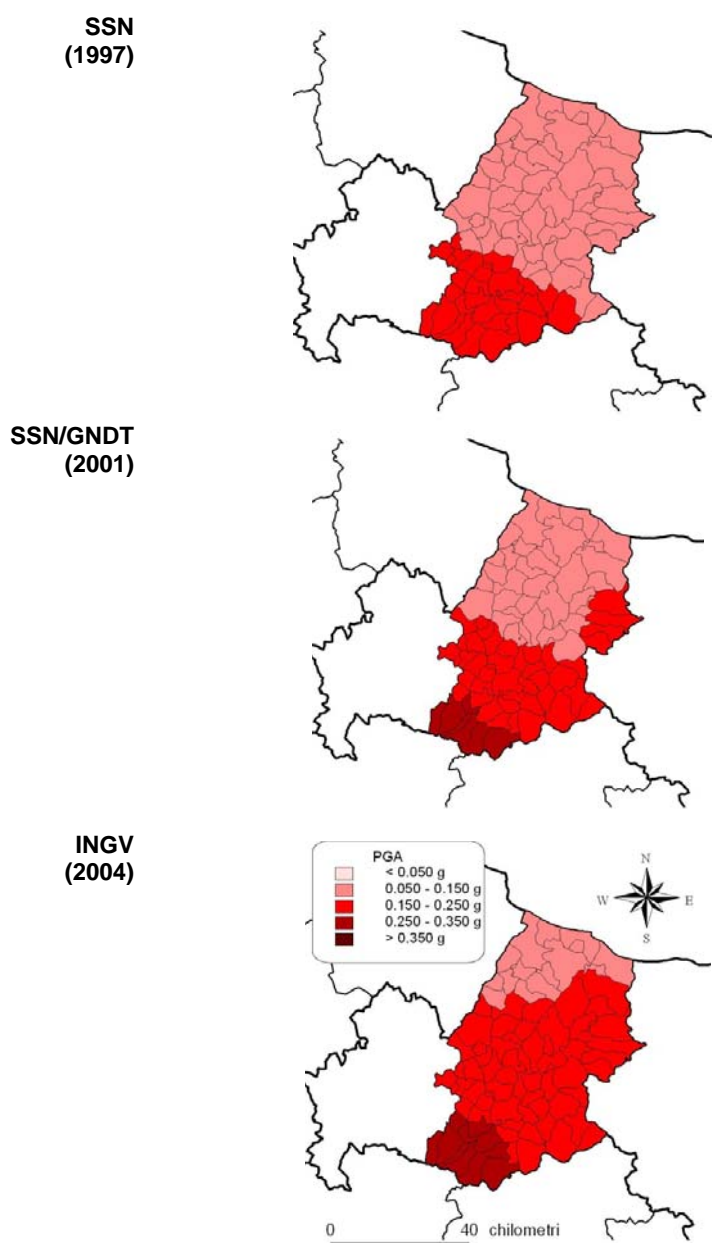


Figura 1 – Confronto tra i valori di PGA (o a_g) calcolati nei tre studi di pericolosità sismica a scala nazionale, dal 1997 al 2004, per la provincia di Campobasso.

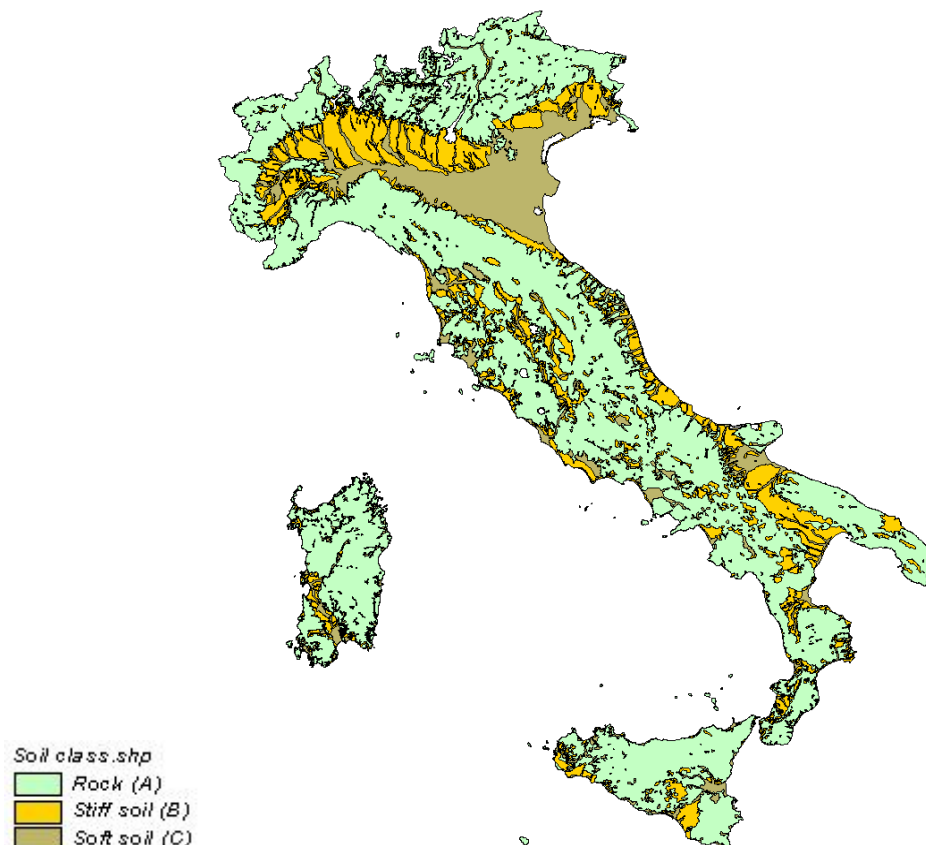


Figura 2 – Mappa litologica in scala 1:500.000 del territorio nazionale, che considera tre categorie di suolo dell'EC8.

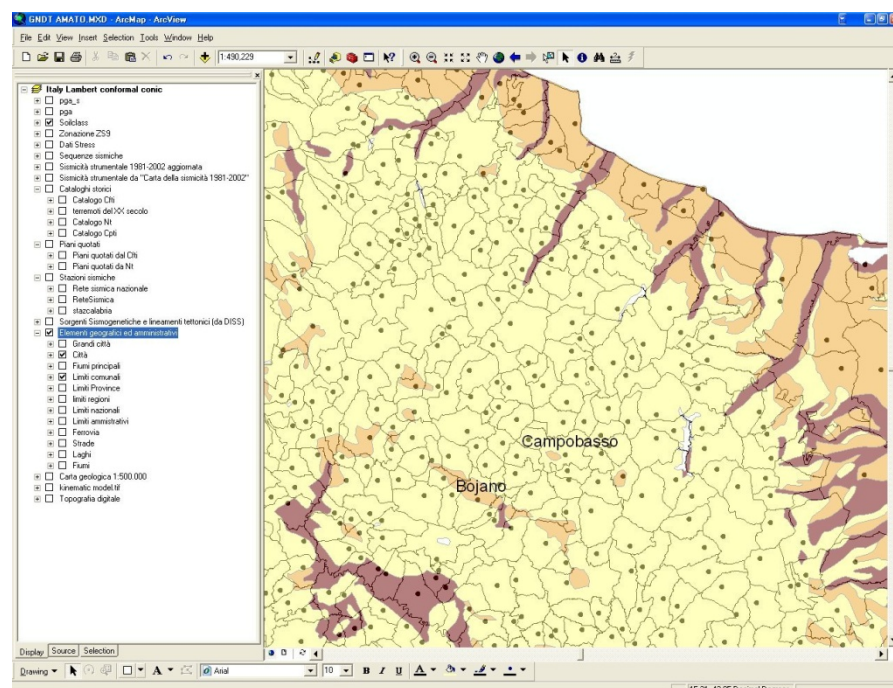


Figura 3 – Dettaglio della mappa litologica in scala 1:500.000 del territorio nazionale, riferito al territorio della Regione Molise. I punti indicano i centri abitati capoluogo.

- A_T (Km²)

Estensione areale del territorio comunale (tratta dal database ANCITEL).

- Q_{max} (m s.l.m.)

Quota topografica massima del territorio comunale (tratta dal database ANCITEL).

- Q_{min} (m s.l.m.)

Quota topografica minima del territorio comunale (tratta dal database ANCITEL).

- Q_{ca} (m s.l.m.)

Quota topografica del centro abitato capoluogo (tratta dal database ANCITEL).

- S_T

Questo valore rappresenta l'incremento di scuotimento dovuto alle caratteristiche morfologiche locali, rispetto al valore atteso al substrato rigido (bedrock) orizzontale.

Per ciascun centro abitato capoluogo è stato calcolato un valore di S_T attraverso una procedura di valutazione basata sui valori di A_T , Q_{max} , Q_{min} e Q_{ca} disponibili per ciascun territorio comunale. È stata valutata una sorta di probabilità (P) che un centro abitato, avente una determinata quota topografica sul livello del mare Q_{ca} , si trovi in posizione rilevata nell'ambito del suo territorio comunale avente un'escursione topografica pari a $Q_{max}-Q_{min}$ ed un'estensione areale A_T .

Preliminarmente si è considerato che se $(Q_{max}-Q_{min}) \leq 200$ m, allora $S_T=1.0$.

Se $(Q_{max}-Q_{min}) > 200$ m, allora sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$P_1 = 1 - (Q_{max} - Q_{ca}) / (Q_{max} - Q_{min}), \text{ per } A_T < c \quad (1)$$

$$P_2 = [1 - (Q_{max} - Q_{ca}) / (Q_{max} - Q_{min})] * [(d-A_T)/(d-c)], \text{ per } A_T \geq c \quad (2)$$

con

$$c = 50, d = 500.$$

Considerando:

$$(Q_{max} - Q_{min}) = \Delta Q$$

si ha che:

$$P_1 = 1 - (Q_{max} - Q_{ca}) / \Delta Q, \text{ per } A_T < c \quad (3)$$

Inoltre, considerando:

$$(d-A_T)/(d-c) = \alpha$$

si ha che:

$$P_2 = P_1 * \alpha, \text{ per } A_T \geq c \quad (4)$$

I due valori “c” e “d” rappresentano soglie areali, arbitrariamente fissate. “c” rappresenta il limite di estensione territoriale al di sotto del quale la probabilità che il centro abitato sia in posizione rilevata nell’ambito del territorio comunale dipende esclusivamente dalla quota Q_{ca} , rispetto all’escursione di quota ΔQ . Pertanto il valore P_1 è indipendente dall’estensione areale del territorio comunale. Al di sopra della soglia “c” il valore di probabilità P viene diminuito di un coefficiente α , dipendente dall’estensione areale del territorio comunale (A_T). Al di sopra della soglia areale superiore (“d”) la probabilità che il centro abitato sia in posizione di culmine topografico viene considerata 0.

Nel presente studio le due soglie “c” e “d” sono state poste rispettivamente pari a 50 km² e a 500 km².

Il valore di S_T è stato quindi calcolato con la seguente relazione:

$$S_T = S_{Tmax} * (P_1, P_2) \quad (5)$$

con S_{Tmax} posto arbitrariamente pari ad 1.2.

S_{Tmax} rappresenta il valore massimo di amplificazione topografica della PGA (o a_g) ritenuto possibile. Qualora fosse $P_1 = 1$ (centro abitato con probabilità massima di trovarsi in posizione di culminazione topografica), S_{Tmax} sarebbe pari ad 1.2. In tutti gli altri casi, il valore viene ridotto di una quantità determinata sulla base del valore che assumono P_1 o P_2 .

- Azione sismica 1 ($a_g * S_1 * S_T$)

L’azione sismica è il prodotto tra a_g , valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo (PGA) calcolato dall’INGV (GdL MPS, 2004) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($Tr=475$ anni) ed espresso come frazione dell’accelerazione di gravità (g), e i due fattori di correzione che tengono conto dell’incremento dello scuotimento per cause litologiche (S_1), valutato attraverso le categorie di suolo della mappa a scala 1:100.000, e morfologiche (S_T).

- Intensità macrosismica MCS (Decanini et al., 1995)
- Intensità macrosismica MCS (Faccioli e Cauzzi, 2006)
- Intensità macrosismica MCS (Margottini et al., 1992)
- Media dei valori di Intensità macrosismica MCS

I valori di intensità macrosismica MCS sono stati calcolati a partire dai valori dell'azione sismica, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g), utilizzando alcune note relazioni empiriche PGA- I_{MCS} .

In particolare, sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

Decanini et al., 1995

$\text{Log PGA} = 0,594 + 0,197 * I_{MCS}$ (PGA è espressa in cm/sec^2)

Faccioli e Cauzzi, 2006

$\text{Log PGA} = -1,33 + 0,20 * I_{MCS}$ (PGA è espressa in m/sec^2)

Margottini et al., 1992 (local intensity)

$\text{Log PGA} = 0,525 + 0,22 * I_{MCS}$ (PGA è espressa in cm/sec^2)

Delle due relazioni proposte da Margottini et al. è stata scelta quella che è basata sui dati di "local intensity", ovvero sui valori di intensità valutati attraverso il danneggiamento delle costruzioni entro un limitato raggio di poche centinaia di metri dall'accelerometro, in aree aventi le stesse caratteristiche litologiche, morfologiche ed idrogeologiche.

- a_g con $Tr=30$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=50$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=72$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=101$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=140$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=201$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=975$ anni (INGV, 2004)
- a_g con $Tr=2475$ anni (INGV, 2004)

I valori di accelerazione di picco (PGA o a_g , espressi come frazione di g) sono stati calcolati dall'INGV (GdL MPS, 2004) per differenti periodi di ritorno. Questi valori di PGA rappresentano la mediana di tutte le PGA calcolate con l'albero logico per i punti della griglia di calcolo e per ciascun centro abitato capoluogo si sono ottenuti attraverso il

calcolo della media pesata rispetto ai quattro punti più vicini della griglia, considerando le coordinate geografiche ISTAT del centro abitato medesimo.

I differenti valori di PGA consentono di effettuare un confronto tra i due estremi di valori dell'azione sismica, ovvero tra quella considerata più frequente ($T_r=30$ anni), ma meno severa, e quella considerata più severa, ma meno probabile ($T_r=2475$ anni).

- Soil Class 1:100.000 (INGV, 2006)

In questo campo viene riportata la categoria di suolo come desunta per ciascun centro abitato dalla mappa litologica a scala nazionale (1:100.000) prodotta dall'INGV nel 2006 (figura 4) nell'ambito del progetto INGV-GNDT, denominato "*Stima dello scuotimento in tempo reale e quasi-reale per terremoti significativi in territorio nazionale*" (<http://legacy.ingv.it/progettiSV/>). La mappa è stata derivata per accorpamento delle formazioni geologiche omogenee dal punto di vista geologico e cronologico, che possano mostrare empiricamente un'analoga risposta sismica. La categoria di suolo è stata valutata in corrispondenza del punto che identifica il centro abitato capoluogo. Per il presente studio è stata considerata una classificazione dei terreni a scala nazionale sulla base delle categorie di suolo dell'OPCM 3274/03:

- A: Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi;
- B: Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti;
- C: Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza;
- D: Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti;
- E: Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali.

Risulta interessante il confronto tra le categoria di suolo associate agli 8.101 centri abitati italiani capoluogo (tabella 1), valutate mediante le due mappa litologiche (a scala 1:500.000 e a scala 1:100.000).

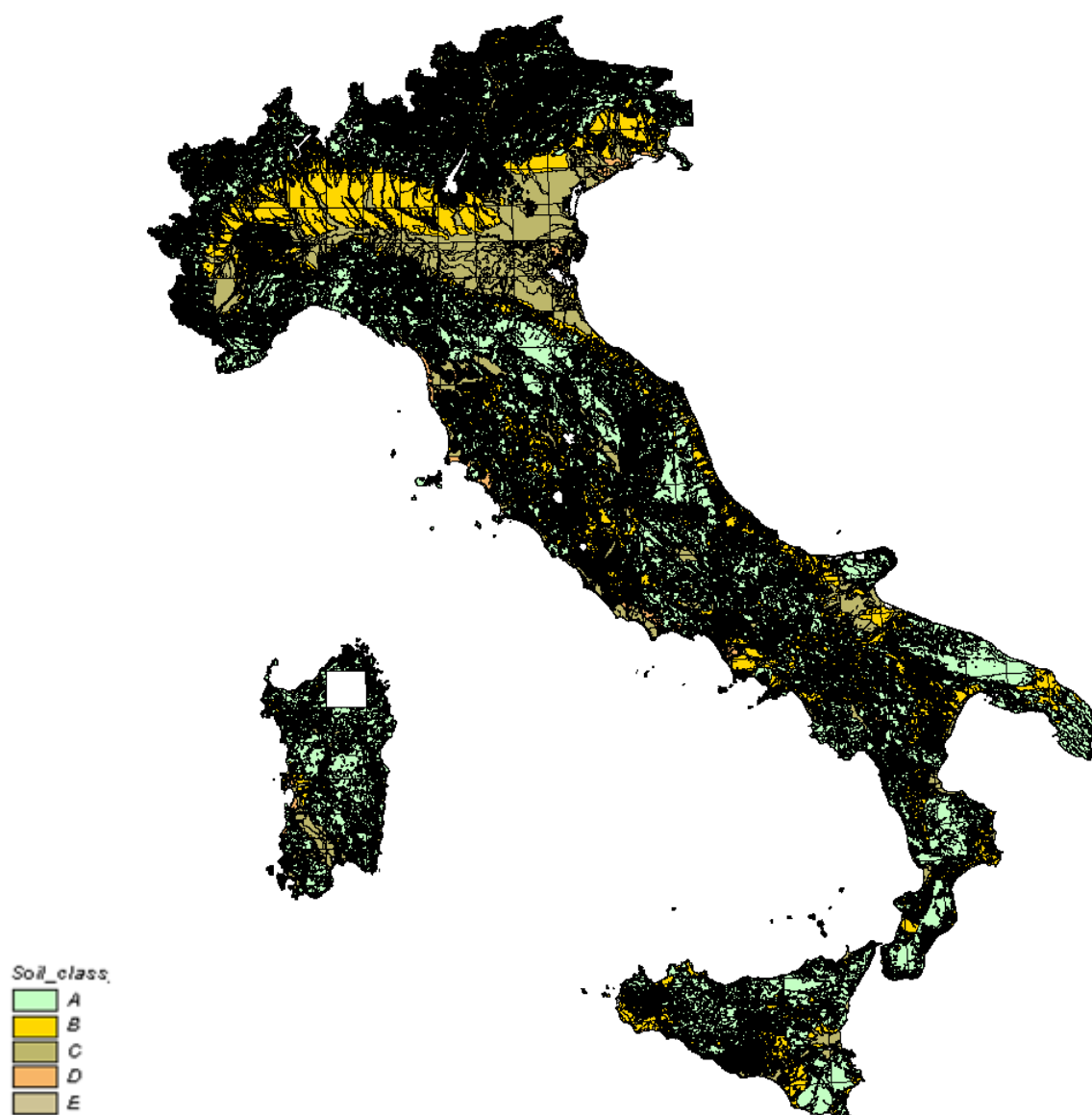


Figura 4 - Mappa litologica a scala nazionale 1:100.000 (INGV, 2006), che mostra le cinque categorie di suolo dell'OPCM 3274/03.

Tabella 1: confronto tra il numero di centri abitati capoluogo (comuni) presenti all'interno delle varie categorie di suolo, per le due diverse mappe litologiche considerate.

	Mappa litologica (1:500.000)	Mappa litologica (1:100.000)
Categoria di suolo	n. comuni	n. comuni
A	4.471	2.954
B	2.231	3.147
C	1.399	1.926
D	0	68
E	0	6
Totale	8.101	8.101

Nella figura 5 viene mostrato graficamente il confronto tra il numero di comuni presenti all'interno di ciascuna categoria di suolo per le due mappe considerate. Si evidenzia la diminuzione dei centri abitati posti in categoria di suolo A ed un aumento di quelli nelle categorie B, C, D ed E quando si utilizza il maggior dettaglio litologico che viene fornito dalla mappa a scala 1:100.000.

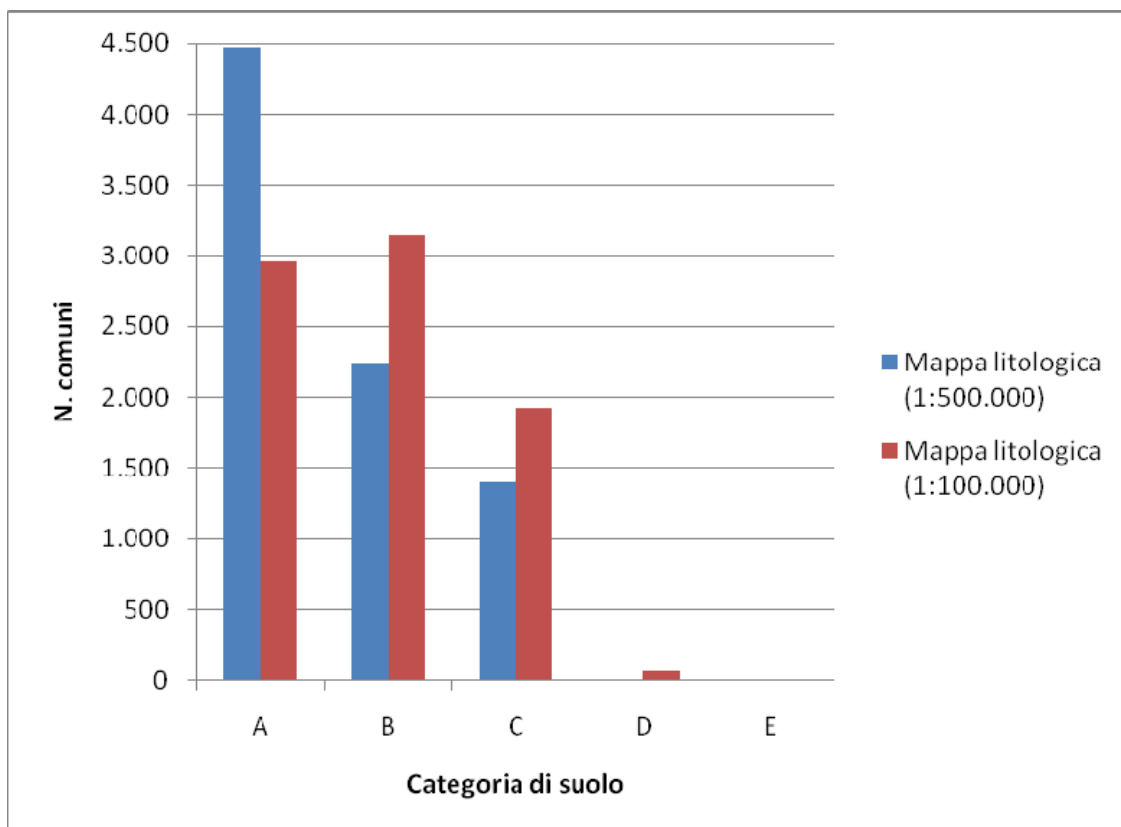


Figura 5 - Confronto tra il numero di centri abitati capoluogo (comuni) presenti all'interni delle varie categorie di suolo, per le due diverse mappe litologiche considerate.

- S_2

Alle cinque categorie di suolo previste dalla mappa a scala 1:100.000 è stato associato un valore di incremento dello scuotimento al bedrock (S_2):

- A: $S_2=1.0$;
- B, C, E: $S_2=1.25$;
- D: $S_2=1.35$;

- Azione sismica 2 ($a_g * S_2 * S_T$)

L'azione sismica è il prodotto tra a_g , valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo (PGA) calcolato dall'INGV (GdL MPS, 2004) con probabilità di superamento del 10% in 50

anni ($T_r=475$ anni) ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità (g), e i due fattori di correzione che tengono conto dell'incremento dello scuotimento per cause litologiche (S_2), valutato attraverso le categorie di suolo della mappa a scala 1:100.000, e morfologiche (S_T).

- Superficie urbanizzata comunale totale (m^2)

Il valore contenuto in questo campo rappresenta la sommatoria delle aree urbanizzate presenti all'interno di un territorio comunale. La perimetrazione delle aree urbanizzate è stata fornita dal CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici, statistici) e comprende tutti gli agglomerati urbani presenti nel comune considerato.

- Superficie urbanizzata comunale in "Rock" (m^2)

- % Superficie urbanizzata comunale in "Rock"

- Superficie urbanizzata comunale in "Stiff Soil" (m^2)

- % Superficie urbanizzata comunale in "Stiff Soil"

- Superficie urbanizzata comunale in "Soft Soil" (m^2)

- % Superficie urbanizzata comunale in "Soft Soil"

In questi campi sono inseriti rispettivamente i valori in m^2 e percentuali della superficie urbanizzata presente all'interno del comune considerato, ubicata su ciascuna delle tre "soil classes" previste nella mappa litologica in scala 1:500.000, precedentemente citata.

- S_3 (media equivalente: territorio urbanizzato comunale)

Questo valore rappresenta l'incremento di scuotimento dovuto alle caratteristiche litologiche locali, rispetto al valore atteso al substrato rigido (bedrock). Il valore di S_3 è calcolato come media equivalente che tiene conto della distribuzione areale del territorio urbanizzato, dell'intero comune considerato, all'interno delle tre "soil classes" previste nella mappa litologica in scala 1:500.000. Se si considera:

A=Superficie urbanizzata comunale totale (m^2);

B= Superficie urbanizzata comunale in "Rock" (m^2);

C= Superficie urbanizzata comunale in "Stiff Soil" (m^2);

D= Superficie urbanizzata comunale in "Soft Soil" (m^2);

$S_{3_rock}=1,0$;

$S_{3_stiff}=1,2$;

$S_{3_soft}=1,15$;

si può calcolare S_3 con la seguente equazione:

$$S_3 = A / [(B/S_{3_rock}) + (C/S_{3_stiff}) + (D/S_{3_soft})]$$

- Superficie urbanizzata capoluogo totale (m^2)

Il valore contenuto in questo campo rappresenta l'area urbanizzata del capoluogo del comune considerato. La perimetrazione di quest'area è stata fornita dal CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici, statistici).

- Superficie urbanizzata capoluogo in "Rock" (m^2)

- % Superficie urbanizzata capoluogo in "Rock"

- Superficie urbanizzata capoluogo in "Stiff Soil" (m^2)

- % Superficie urbanizzata capoluogo in "Stiff Soil"

- Superficie urbanizzata capoluogo in "Soft Soil" (m^2)

- % Superficie urbanizzata capoluogo in "Soft Soil"

In questi campi sono inseriti rispettivamente i valori in m^2 e percentuali della superficie urbanizzata del capoluogo del comune considerato, ubicata su ciascuna delle tre "soil classes" previste nella mappa litologica in scala 1:500.000, precedentemente citata.

- S_4 (media equivalente: urbanizzato del capoluogo)

Questo valore rappresenta l'incremento di scuotimento dovuto alle caratteristiche litologiche locali, rispetto al valore atteso al substrato rigido (bedrock). Il valore di S_4 è calcolato come media equivalente che tiene conto della distribuzione areale del territorio urbanizzato relativo al solo capoluogo, del comune considerato, all'interno delle tre "soil classes" previste nella mappa litologica in scala 1:500.000. Se si considera:

E=Superficie urbanizzata capoluogo totale (m^2);

F= Superficie urbanizzata capoluogo in "Rock" (m^2);

G= Superficie urbanizzata capoluogo in "Stiff Soil" (m^2);

H= Superficie urbanizzata capoluogo in "Soft Soil" (m^2);

$S_{4_rock}=1,0$;

$S_{4_stiff}=1,2$;

$S_{4_soft}=1,15$;

si può calcolare S_4 con la seguente equazione:

$$S_4 = E / [(F/S_{4_rock}) + (G/S_{4_stiff}) + (H/S_{4_soft})]$$

Bibliografia

- Albareello, D., Bosi, V., Bramerini, F., Lucantoni, A., Naso, G., Peruzza, L., Rebez, A., Sabetta, F., Slejko, D., 2000, Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale, Quaderni di Geofisica, 12, Roma, 7 pp., CD-ROM, 4 allegati.
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Mariotti, D., Valensise, G., Gasperini P. (Editors), 2000, Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1980, Ann. Geof., 43, 609-868.
- Cornell, C.A., 1968, Engineering seismic risk analysis, Bull. Seism. Soc. Am., 58, 1583-1606.
- Decanini L., Gavarini C. e Mollaioli F., 1995, Proposta di definizione delle relazioni tra intensità macrosismica e parametri del moto del suolo, 7° Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", Siena, vol. 1, 63-72.
- De Marco, R., Martini, M.G., 2002, La classificazione e la normativa sismica italiana dal 1909 al 1984, 2213106, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - P.V., Roma.
- EC8, 2003, Eurocode8: Design of Structures for Earthquake Resistance, Part1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, December 2003, CEN Central Secretariat, Brussels, ENV 1998-1-1.
- Faccioli, E., Cauzzi, C., 2006, Macroseismic intensities for seismic scenarios, estimated from instrumentally based correlations, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, September 3-8, 2006, Geneva, Switzerland.
- GdL, 1999, Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, Ingegneria Sismica, XVI, 1, 5-14.
- GdL CPTI, 2004, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/index.html>
- GdL MPS, 2004, Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.
- GNDT-ING-SSN, 1996, Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, con la collaborazione di C. Meletti, S. Mirena, G. Monachesi, G. Morelli, L. Peruzza, A. Zerga., http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/IMAX/max_int_oss.html.
- Lucantoni, A., Bosi, V., Bramerini, F., De Marco, R., Lo Presti, T., Naso, G., Sabetta, F., 2001, Il rischio sismico in Italia, Ingegneria Sismica, XVIII, 1, 5-36.
- Margottini C., Molin D., Narcisi B., Serva L., 1992, Intensity versus ground motion: a new approach using Italian data, Engineering Geology, 33, 45-58.
- Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G. and Boschi E., 2008, A seismic source zone model for the seismic hazard assessment of the Italian territory, Tectonophysics, 450, 85-108.
- Monachesi G. e Stucchi M., 2000, DOM4.1: un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti
- NTC, 2008, Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 14 gennaio 2008, Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- OPCM 3274/03 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003), 2003, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 105 dell'8 Maggio 2003, Serie Generale – Parte prima, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Romeo, R., Pugliese, A., 1997, Analisi probabilistica della scuotibilità del territorio italiano, Ingegneria Sismica, 2/97, 68-77.
- Romeo, R., Pugliese, A., 2000, Seismicity, seismotectonics and seismic hazard of Italy, Eng. Geol., 55, 241-266.
- Romeo, R.W., 2004, Seismic hazard of Italy, http://www.uniurb.it/geoappl/gislab/progetti/seismic_hazard/pericolosita.htm
- Scandone, P., Patacca, E., Meletti, C., Bellatalla, M., Perilli, N., Santini, U., 1992, Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti del Convegno Annuale del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (Pisa, 25-27 giugno 1990), 1, Ed. Ambiente - Bologna 1992, 119-135.
- Slejko, D., Peruzza, L., Rebez, A., 1998, Seismic hazard maps of Italy, Ann. Geof., 41 (2), 183-214.
- Valensise, G. and D. Pantosti, 2001, Database of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy, Annali di Geofisica, Suppl. to vol. 44 (4), 180 pp., with CD-ROM.